

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-171901

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G03B 21/14
G02F 1/13
G02F 1/1335
G09F 9/00

(21)Application number : 11-269870

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 24.09.1999

(72)Inventor : TANAKA TAKAAKI

(30)Priority

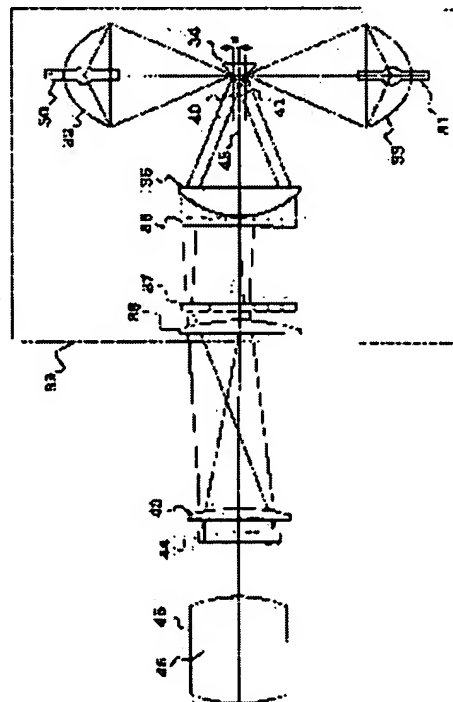
Priority number : 10273404 Priority date : 28.09.1998 Priority country : JP

(54) LIGHTING OPTICAL DEVICE AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lighten an image forming means efficiently and uniformly with light beams from light sources by making the optical axes of the light beams from light sources eccentric with the optical axis of the lighting optical device and specifying the quantity of the eccentricity.

SOLUTION: The light beams emitted by lamps 30 and 31 are converged by corresponding elliptic surface mirrors 32 and 33 to form light convergence spots nearby their 2nd focuses, i.e., the optical axis 42 of the lighting optical device 39. A reflecting prism 34 which has reflecting surfaces corresponding to the number of the light sources is arranged nearby the light convergence spots and converts the optical axes 40 and 41 to a specific direction. The area of the reflecting surfaces of the reflecting prism 34 is nearly as large as the light convergence spots. The optical axes 40 and 41 are eccentric by



(d) with the optical axis 42 of the lighting optical device 39. When the lighting optical device 39 is constituted by using more than one light source, the lighting optical device 39 has the highest light use efficiency on condition that $0.19 \text{ m} \leq d \leq 0.55 \text{ m}$, where (d) is the quantity of the eccentricity between the optical axes corresponding to the light sources and the optical axis of the lighting optical device 39.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-171901

(P2000-171901A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	A
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5
	1/1335		1/1335
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-269870

(22) 出願日 平成11年9月24日 (1999.9.24)

(31) 優先権主張番号 特願平10-273404

(32) 優先日 平成10年9月28日 (1998.9.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 田中 孝明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100092794

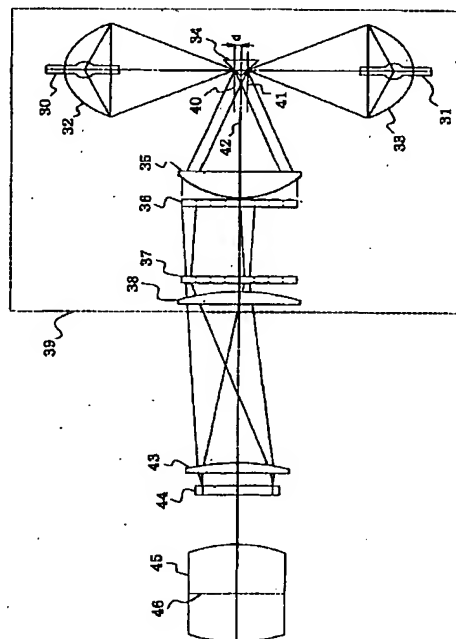
弁理士 松田 正道

(54) 【発明の名称】 照明光学装置および投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】複数の光源を用いた場合、光源からの光を効率よく均一に画像形成手段に照明できないという課題。

【解決手段】複数の光源30、31と、楕円面鏡32、33と、光の進行方向を所定方向に反射する反射プリズム34と、プリズム34からの光が入射し実質上平行な光を出射する集光レンズ35と、2枚のレンズアレイ板36、37とを備えた照明光学装置39とその照明光学装置を用いた投写型表示装置であって、照明光学装置39の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量dを一定の値に規定することにより、複数の光源からの光を、画像形成手段に、非常に効率よく、均一に照明する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光を集光し、画像を形成する画像形成手段に照明するための照明光学装置であって、複数の光源と、

前記複数の光源からの放射光をそれぞれ集光する楕円面鏡と、

前記楕円面鏡の一方の焦点近傍に配置された、前記楕円面鏡からの光が入射し光の進行方向を所定方向に反射する反射手段と、

前記反射手段で反射された光が入射し実質上平行な光を出射する集光手段と、

複数のレンズから構成された、前記集光手段からの光を多数の光束に分割する第 1 のレンズアレイ板と、

複数のレンズから構成された、前記第 1 のレンズアレイ板からの光が入射する第 2 のレンズアレイ板とを備え、前記複数の光源からのそれぞれの光の光軸は、前記照明光学装置の光軸に対して偏芯した構成であって、

前記偏芯の量を d とし、前記楕円面鏡の頂点から前記楕円面鏡の第 1 焦点までの距離に対する前記頂点から前記楕円面鏡の第 2 焦点までの距離の比である楕円面鏡の近軸倍率を m とすると、前記偏芯量 d が次式、

$$0.19m \leq d \leq 0.55m$$

を満たすことを特徴とする照明光学装置。

【請求項 2】 光源からの光を集光し、画像を形成する画像形成手段に照明するための照明光学装置であって、複数の光源と、

前記複数の光源からの放射光をそれぞれ集光する楕円面鏡と、

前記楕円面鏡の一方の焦点近傍に配置された、前記楕円面鏡からの光が入射し光の進行方向を所定方向に反射する反射手段と、

前記反射手段で反射された光が入射し実質上平行な光を出射する集光手段と、

複数のレンズ素子から構成された、前記集光手段からの光を多数の光束に分割する第 1 のレンズアレイ板と、

複数のレンズ素子から構成された、前記第 1 のレンズアレイ板からの光が入射する第 2 のレンズアレイ板とを備え、

前記複数の光源からのそれぞれの光の光軸は、前記照明光学装置の光軸に対して偏芯した構成であって、

前記偏芯の量を d とし、前記第 1 のレンズアレイ板の前記レンズ素子のピッチを p とすると、次式、

$$0.33 \leq d/p \leq 0.52$$

が成立することを特徴とする照明光学装置。

【請求項 3】 前記第 2 のレンズアレイ板から出射された自然光を、偏光方向が直交する 2 つの偏光光に分離する偏光分離手段と、

前記偏光分離手段から出射された前記偏光光の内、一方の偏光光の偏光方向を回転させる偏光回転手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明光学装

置。

【請求項 4】 前記反射手段は、複数の反射面を備えた反射プリズムであることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載の照明光学装置。

【請求項 5】 前記反射手段の反射面にはアルミニウム膜もしくは誘電体膜を備えた請求項 1～3 の何れかに記載の照明光学装置。

【請求項 6】 前記集光手段は球面収差を小さくする 1 枚の非球面レンズで構成した請求項 1～3 の何れかに記載の照明光学装置。

【請求項 7】 前記非球面レンズは成形により製造された請求項 6 記載の照明光学装置。

【請求項 8】 前記非球面レンズは樹脂により製造された請求項 6 記載の照明光学装置。

【請求項 9】 前記偏光分離手段は、偏光分離膜と反射膜とを備えた偏光分離プリズムを前記複数の光源からのそれぞれの光の光軸を含む平面に対して直交する方向に一定のピッチで複数配置した偏光分離プリズムアレイである請求項 3 記載の照明光学装置。

【請求項 10】 前記偏光回転手段は、延伸樹脂フィルム製の $1/2$ 波長板である請求項 3 記載の照明光学装置。

【請求項 11】 請求項 1～3 の何れかに記載の照明光学装置と、

前記照明光学装置からの光が入射し、映像信号に応じて光学像を形成する画像形成手段と、

前記画像形成手段上の光学像をスクリーン上に投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 12】 請求項 1～3 の何れかに記載の照明光学装置と、

前記光源からの白色光を青、緑、赤の色成分の光に分離する色分離光学手段と、

前記色分離光学手段からの各色光が入射し、映像信号に応じて光学像が形成される 3 つの画像形成手段と、

前記各画像形成手段からの青、緑、赤の出射光を受け、青、緑、赤の色光を合成する色合成光学手段と、

前記画像形成手段上の光学像をスクリーン上に投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 13】 請求項 1～3 の何れかに記載の照明光学装置と、

前記光源からの白色光を青、緑、赤の色成分の光に分離する色分離光学手段と、

前記色分離光学手段からの各色光が入射し、入射する光を直交する二つの偏光方向の光に分離する偏光分離プリズムと、

前記偏光分離プリズムからの光が入射し、映像信号に応じて光学像が形成される 3 つの画像形成手段と、

前記画像形成手段からの青、緑、赤の出射する光が前記

偏光分離プリズムを透過して入射する青、緑、赤の色光を合成する色合成光学手段と、前記画像形成手段上の光学像をスクリーン上に投写する投写レンズと、を備えたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 14】 前記画像形成手段が透過型の液晶パネルである請求項 11、又は 12 記載の投写型表示装置。

【請求項 15】 前記画像形成手段が反射型の液晶パネルである請求項 13 記載の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源からの光を画像形成手段に照明する照明光学装置と、画像形成手段に形成される画像を照明光で照射し、投写レンズによりスクリーン上に拡大投写する投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】大画面の画像を得るために、映像信号に応じた光学像を形成する小型の画像形成手段に、光源からの光を照明し、投写レンズによりその光学像をスクリーン上に投写、拡大する投写型表示装置が用いられている。画像形成手段には、アクティブマトリクス方式であって、ツイストネマチック型の液晶セルの両側に偏光板を直交ニコルに配置した構成で、偏光を利用して光を変調する透過型の液晶パネルが広く実用的に用いられている。液晶パネルに光源からの光を照明する照明光学装置には、複数のレンズから構成される 2 枚のレンズアレイ板が用いられている（例えば、USP 5,098,184 号）。2 枚のレンズアレイ板は、光源側に配置される一方のレンズアレイ板に入射する光束を多数に分割し、分割された各光束を液晶パネル上に重畳し、効率よく均一に照明するものである。

【0003】また、偏光を利用した液晶パネルを用いた投写型表示装置の照明光学装置として、偏光分離手段である偏光分離プリズムと、偏光回転手段である 1/2 波長板を用いて、自然光を偏光方向が一方向の光に変換する偏光変換光学部材を構成し、投写型表示装置の光利用効率を向上させ、投写型表示装置の高輝度化を図る照明光学装置が開示されている（例えば、USP 5,098,184）。さらに、投写型表示装置の高輝度化を図るため、複数の光源を用いた照明光学装置が開示されている。（例えば、特開平 6-265887 号公報、特開平 6-242397 号公報）図 14（a）は、従来の複数の光源を用いた照明光学装置を導入した投写型表示装置を示したものである。光源である 2 つの放電ランプ 1、2 からの放射光はそれぞれの凹面鏡 3、4 により集光され、略平行光の光束に変換される。それぞれの平行光束は対応する第 1 レンズアレイ板 5 に入射する。第 1 レンズアレイ板 5 は複数の矩形のレンズから構成され、各矩形のレンズにより入射光束を多数に分割し、それぞ

れの第 2 レンズアレイ板 6 の複数の各レンズに収束させる。第 2 レンズアレイ板 6 の各レンズには多数の微小な光源像が形成される。第 2 レンズアレイ板 6 は第 1 レンズアレイ板 5 の各レンズを液晶パネル 16、17、18 上に重畳結像させる。

【0004】照明光学装置 7 を出射した光はダイクロイックミラー 8、9 により、緑、赤、青の 3 原色光に分離された後、それぞれの色光に対応する液晶パネル 16、17、18 に入射する。このようにして、分割した多数の光束を液晶パネル上に重畳させて均一な照明を行う。リレーレンズ 11、12 は、第 2 レンズアレイ板と液晶パネルまでの距離である照明光路長の違いによる液晶パネルへの照明光の強度差を補正している。

【0005】フィールドレンズ 13、14、15 はそれぞれ液晶パネル 16、17、18 への照明光を投写レンズ 20 の瞳面 21 に集光する。液晶パネル 16、17、18 から出射した青、緑、赤の 3 原色光は、ダイクロイックプリズム 19 により合成された後、投写レンズ 20 に入射する。投写レンズ 20 は液晶パネル 16、17、18 の画像をスクリーン（図示せず）上に拡大投写する。複数の光源を用いるため明るい投写型表示装置が構成できる。

【0006】図 14（b）には、投写レンズの瞳面 21 に形成される光源像の様相を示している。2 つの光源 1、2 がレンズアレイ板により微小な光源像 24 となり、さらに、光源像群 22、23 が形成されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般的に、投写型表示装置の明るさを向上させるためには、放電ランプの消費電力を高くすればよいが、放電ランプの寿命を確保しつつ、消費電力を高くすると、発光部が大きくなり、光利用効率が低下するという課題がある。

【0008】このため、比較的消費電力の小さい複数の光源を用いた方が、投写型表示装置の明るさを効率よく向上させることができる。図 14（a）のような複数の光源を用いた従来の照明光学装置 7 の構成では、投写レンズの光軸を挟んで、2 つの光源が対称に配置されている。

【0009】しかし、このような場合、投写レンズの瞳面に形成される光源の像は、図 14（b）の投写レンズの瞳面に示すように、光軸を挟んで、2 つの光源からの像が形成されることになる。投写レンズには口径蝕があり、スクリーン上で、中心の照度に対して周辺の照度が低下する。これは、投写レンズの瞳面での光源像が口径蝕によりケラレを生じるためである。

【0010】したがって、光軸を挟んで配置される 2 つの光源の発光特性が異なる場合には、スクリーン周辺部の明るさに寄与する光源像が異なるため、スクリーン上で投写画像の色むらを生じる。

【0011】また、1 つの光源が不点灯になった場合に

は、スクリーン上での照度分布が不均一となるという課題を生じる。

【0012】また、このような照明光学装置7を、図14(a)に示すような投写型表示装置に導入した場合、3原色の中の1つの赤の色光については、投写レンズの瞳面に形成される光源の像が、光軸に対して反転する。したがって、投写レンズの瞳面での各光源像は、光源1の緑、青の光源像が22の領域に形成され、光源1の赤の光源像は23の領域に形成される。

【0013】また、光源2の緑、青の光源像は、23の領域に形成され、光源2の赤の光源像が22の領域に形成される。このため、2つの光源の発光特性が少しでも異なれば、投写レンズの口径蝕により、光源像のケラレの様相が変わり、結果として、スクリーン上で大きな色むらを生じるという課題を生じる。

【0014】したがって、複数の光源を用いて照明光学装置および投写型表示装置を構成する場合、それぞれの光源により形成される投写レンズの瞳面での光源像が、光軸に対してできるだけ対称であって、高効率な照明光学装置を構成する必要があった。

【0015】さらには、図14(a)に示す構成では、照明光学装置7からの光を効率よく導くには投写レンズのFナンバーを小さくする必要があるが、投写レンズの低Fナンバー化は投写レンズの大型化とコスト高となる課題があった。

【0016】また、2つの凹面鏡に対して、それぞれ、第1および第2のレンズアレイ板が必要であり、コスト高になるという課題があった。

【0017】本発明は、このような従来の装置における上記課題を考慮して、投写型表示装置等に用いられる照明光学装置において、複数の光源を用いた場合であっても、光源からの光を効率よく均一に画像形成手段に照明できる照明光学装置と、明るい投写型表示装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】第1の本発明（請求項1記載の本発明に対応）は、光源からの光を集光し、画像を形成する画像形成手段に照明するための照明光学装置であって、複数の光源と、前記複数の光源からの放射光をそれぞれ集光する楕円面鏡と、前記楕円面鏡の一方の焦点近傍に配置された、前記楕円面鏡からの光が入射し光の進行方向を所定の方向に反射する反射手段と、前記反射手段で反射された光が入射し実質上平行な光を出射する集光手段と、複数のレンズから構成された、前記集光手段からの光を多数の光束に分割する第1のレンズアレイ板と、複数のレンズから構成された、前記第1のレンズアレイ板からの光が入射する第2のレンズアレイ板とを備え、前記複数の光源からのそれぞれの光の光軸は、前記照明光学装置の光軸に対して偏芯した構成であって、前記偏芯の量を d とし、前記楕円面鏡の頂点から

前記楕円面鏡の第1焦点までの距離に対する前記頂点から前記楕円面鏡の第2焦点までの距離の比である楕円面鏡の近軸倍率を m とすると、前記偏芯量 d が次式、

$$0.19m \leq d \leq 0.55m$$

を満たす照明光学装置である。

【0019】又、第2の本発明（請求項2記載の本発明に対応）は、光源からの光を集光し、画像を形成する画像形成手段に照明するための照明光学装置であって、複数の光源と、前記複数の光源からの放射光をそれぞれ集光する楕円面鏡と、前記楕円面鏡の一方の焦点近傍に配置された、前記楕円面鏡からの光が入射し光の進行方向を所定の方向に反射する反射手段と、前記反射手段で反射された光が入射し実質上平行な光を出射する集光手段と、複数のレンズ素子から構成された、前記集光手段からの光を多数の光束に分割する第1のレンズアレイ板と、複数のレンズ素子から構成された、前記第1のレンズアレイ板からの光が入射する第2のレンズアレイ板とを備え、前記複数の光源からのそれぞれの光の光軸は、前記照明光学装置の光軸に対して偏芯した構成であって、前記偏芯の量を d とし、前記第1のレンズアレイ板の前記レンズ素子のピッチを p とすると、次式、

$$0.33 \leq d/p \leq 0.52$$

が成立する照明光学装置である。

【0020】又、第3の本発明（請求項3記載の本発明に対応）は、上記第2のレンズアレイ板から出射された自然光を、偏光方向が直交する2つの偏光光に分離する偏光分離手段と、前記偏光分離手段から出射された前記偏光光の内、一方の偏光光の偏光方向を回転させる偏光回転手段とを備えた上記第1又は第2の本発明の照明光学装置である。

【0021】又、第4の本発明（請求項4記載の本発明に対応）は、上記反射手段は、複数の反射面を備えた反射プリズムである上記第1～3の何れかの本発明の照明光学装置である。

【0022】又、第5の本発明（請求項5記載の本発明に対応）は、上記反射手段の反射面にはアルミニウム膜もしくは誘電体膜を備えた上記第1～3の何れかの本発明の照明光学装置である。

【0023】又、第6の本発明（請求項6記載の本発明に対応）は、上記集光手段は球面収差を小さくする1枚の非球面レンズで構成した上記第1～3の何れかの本発明の照明光学装置である。

【0024】又、第7の本発明（請求項7記載の本発明に対応）は、上記非球面レンズは成形により製造された上記第6の本発明の照明光学装置である。

【0025】又、第8の本発明（請求項8記載の本発明に対応）は、上記非球面レンズは樹脂により製造された上記第6の本発明の照明光学装置である。

【0026】又、第9の本発明（請求項9記載の本発明に対応）は、上記偏光分離手段は、偏光分離膜と反射膜

とを備えた偏光分離プリズムを前記複数の光源からのそれぞれの光の光軸を含む平面に対して直交する方向に一定のピッチで複数配置した偏光分離プリズムアレイである上記第3の本発明の照明光学装置である。

【0027】又、第10の本発明（請求項10記載の本発明に対応）は、上記偏光回転手段は、延伸樹脂フィルム製の1/2波長板である上記第3の本発明の照明光学装置である。

【0028】又、第11の本発明（請求項11記載の本発明に対応）は、上記第1～3の何れかの本発明の照明光学装置と、前記照明光学装置からの光が入射し、映像信号に応じて光学像を形成する画像形成手段と、前記画像形成手段上の光学像をスクリーン上に投写する投写レンズと、を備えた投写型表示装置である。

【0029】又、第12の本発明（請求項12記載の本発明に対応）は、上記第1～3の何れかの本発明の照明光学装置と、前記光源からの白色光を青、緑、赤の色成分の光に分離する色分離光学手段と、前記色分離光学手段からの各色光が入射し、映像信号に応じて光学像が形成される3つの画像形成手段と、前記各画像形成手段からの青、緑、赤の出射光を受け、青、緑、赤の色光を合成する色合成光学手段と、前記画像形成手段上の光学像をスクリーン上に投写する投写レンズと、を備えた投写型表示装置である。

【0030】又、第13の本発明（請求項13記載の本発明に対応）は、上記第1～3の何れかの本発明の照明光学装置と、前記光源からの白色光を青、緑、赤の色成分の光に分離する色分離光学手段と、前記色分離光学手段からの各色光が入射し、入射する光を直交する二つの偏光方向の光に分離する偏光分離プリズムと、前記偏光分離プリズムからの光が入射し、映像信号に応じて光学像が形成される3つの画像形成手段と、前記画像形成手段からの青、緑、赤の出射する光が前記偏光分離プリズムを透過して入射する青、緑、赤の色光を合成する色合成光学手段と、前記画像形成手段上の光学像をスクリーン上に投写する投写レンズと、を備えた投写型表示装置である。

【0031】又、第14の本発明（請求項14記載の本発明に対応）は、上記画像形成手段が透過型の液晶パネルである上記第11、又は12の本発明の投写型表示装置である。

【0032】又、第15の本発明（請求項15記載の本発明に対応）は、上記画像形成手段が反射型の液晶パネルである上記第13の本発明の投写型表示装置である。

【0033】上記構成のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する場合に、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量 d 、楕円面鏡の近軸倍率 m 、第1レンズアレイ板のレンズ素子ピッチ p を、一定の関係値に規定することにより、複数の光源からの光を非常に効率よく、均一

に画像形成手段に照明する照明光学装置が実現できる。

【0034】また、複数の光源を用いても投写レンズ瞳面に形成される多数の微小な光源像が光軸に対してほぼ対称に形成できるため、スクリーン上の照度均一性および色均一性を良好にすることができる。

【0035】したがって、光利用効率が高く、均一性が良好な照明光学装置が構成できる。

【0036】又、上記照明光学装置を用いることにより、投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源を合成できるため、小型で低コストで高効率の投写型表示装置が構成できる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施例の照明光学装置および投写型表示装置について図面を参照しながら説明する。

（実施の形態1）図1は本発明における第1の照明光学装置の構成図である。ここでは、画像形成手段として、偏光や散乱を利用して光を変調する液晶パネルを用いる。

【0038】同図において、30、31は光源であるランプであり、32、33は楕円面鏡である。34は反射手段である反射プリズムであり、35は集光手段である集光レンズである。36は第1レンズアレイ板、37は第2レンズアレイ板である。38は照明レンズであり、39は本発明の第1の照明光学装置である。40、41はそれぞれ複数の光源30、31からの光の光軸であり、42は照明光学装置の光軸である。 d は光軸42に対する光源30からの光の光軸40の偏芯量を示している。光軸41の偏芯量も d である。

【0039】又、43はフィールドレンズ、44は液晶パネル、45は投写レンズ、46は投写レンズ45の瞳面である。尚、反射プリズム34の反射面の法線と光源の光軸とのなす角度は、 $45^\circ \pm 1^\circ$ の範囲内に設定しておく。これにより、光源30、31から出た光の反射プリズム34の反射面での反射後の光の光軸40、41が、それぞれ光軸42に対して実質上平行となる。

【0040】以上の構成において、メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプ、キセノンランプ等のランプ30、31から放射される光は、それぞれ対応する楕円面鏡32、33により集光され、楕円面鏡32、33の第2焦点近傍に集光スポットを形成する。楕円面鏡32、33のそれぞれの集光スポットは、本実施の形態の照明光学装置39の光軸42近傍に形成されるよう構成している。

【0041】集光スポット付近には光源の数に対応する反射面を有する反射プリズム34を配置し、反射プリズム34は所定方向に光軸40、41を変換する。反射プリズム34の反射面の領域は集光スポットの大きさと同等の大きさである。光軸40、41は照明光学装置39の光軸42に対して d だけ偏芯している。

【0042】このようにして、光源30、31からの光は照明光学装置39の光軸42近傍に集光され、合成される。2つの集光スポットは光軸42の近傍で、且つ光軸42を挟んで形成されることになる。

【0043】ここでは、反射面を構成する部材としてプリズムを用いている。プリズムを用いるのは反射面の光軸42近傍の有効領域確保と、面精度を確保するためである。

【0044】又、反射面としてはアルミニウム膜や可視光を反射する誘電体多層膜を用いて構成している。反射

プリズム34からの光は集光レンズ35により略平行光に変換される。

【0045】集光レンズ35は球面収差を無収差にする非球面形状のレンズである。非球面の集光レンズ35は成形により製造すれば低コストに製造できる。また、樹脂により製造すればさらに低コストとなり、照明光学装置を軽量化できる。

【0046】集光レンズ35からの略平行光は複数のレンズから構成される第1レンズアレイ板36に入射する。第1レンズアレイ板36に入射した光束は多数の光

束に分割される。分割された多数の光束は、複数のレンズから構成される第2レンズアレイ板37に収束する。第2レンズアレイ板37上には複数の光源30、31の多数の微小光源像が形成される。

【0047】第1レンズアレイ板36のレンズ素子の焦点距離は第1レンズアレイ板36と第2レンズアレイ板37の間隔と等しくしている。第1レンズアレイ板36のレンズ素子は液晶パネルと相似形の開口形状である。第2レンズアレイ板37のレンズ素子は第1レンズアレイ板36面と液晶パネル面44とが略共役関係となるように焦点距離を決めている。

【0048】照明レンズ38は第2レンズアレイ板37の各レンズ素子からの出射した光を液晶パネル44上に重畳照明するためのレンズであり、その焦点距離は照明レンズ38の面と液晶パネル44の面との距離としている。

【0049】また、第1および第2レンズアレイ板36、37の各レンズ素子は効率よく液晶パネル44に照明させるため、それぞれ適切に偏芯させている。第2レンズアレイ板37から出射する多数の光束は、液晶パネル44上に重畳され、液晶パネル44上に高効率で均一に照明される。

【0050】フィールドレンズ43は液晶パネル44上に照明される光を投写レンズ45の瞳面46に集光するためのものである。投写レンズ45の瞳面46と第2レンズアレイ板37面とは略共役関係となる。投写レンズ45は液晶パネル44上に形成された光学像をスクリーン（図示せず）上に投写する。

【0051】図2（a）～図2（c）は、本実施の形態の照明光学装置の説明図である。

【0052】即ち、図2（a）は照明光学装置39の一部構成図、図2（b）は、図2（a）に示す矢印A方向から見た、光源30による光スポットのみの様相を示す図、図2（c）は集光スポットの強度分布を示す図である。

【0053】光源30の発光部を円筒形状とし、その長手方向を光軸40方向に配置した場合の発光部長を L 、楕円面鏡32の頂点と第1焦点の距離を f_1 、楕円面鏡32の頂点と第2焦点の距離を f_2 とする。

【0054】楕円面鏡の第1の焦点近傍に光源30の発光部が配置される。楕円面鏡32の第2の焦点には、図2（b）に示すような集光スポットが形成される。

【0055】ここで、楕円面鏡の近軸倍率 m は、

$$m = f_2 / f_1$$

であり、集光スポットの径 D は、

$$D = Lm$$

となる。

【0056】光源30、31から光軸42近傍に形成される集光スポットは、光軸42に対しての偏芯量 d が $D/2$ 以上となるように構成すれば、反射面での集光スポットのケラレによる光損失を生じないが、偏芯量 d が $D/2$ より小さい場合には光損失を生じる。その様相を図2（b）に示している。集光スポットの内、斜線を施した部分以外の部分が光損失となる。

【0057】しかしながら、光軸42に対する偏芯量 d が大きくなると、集光レンズ35への入射光束の入射角が大きくなり、液晶パネル44への照明する光の効率が低下する。

【0058】したがって、光源の発光部長がある一定の値である場合に、液晶パネルへの照明光の効率が高くなる最適な偏芯量が存在することになる。

【0059】集光スポットの強度分布に着目すると、図2（c）のように集光スポットの中心付近近傍強度が高くなる。これは、集光スポットが、光源の発光部長 L が m 倍されて長さ D の線状光源となり、その線状光源が円周方向に重畳されて形成されるため、集光スポット中央部での光束密度が高くなるためである。

【0060】図3は、偏芯量 d/m に対する照明光学装置の光利用効率を示したものである。

【0061】同図において、横軸は、楕円面鏡の近軸倍率 m に対する偏芯量 d を示す d/m であり、縦軸は、相対的な照明光学装置の光利用効率を示したものである。

【0062】尚、光利用効率は光源30、31の発光部長 L が1～1.8mm、液晶パネルサイズが0.9インチ～1.8インチの場合で、図1に示す照明光学装置を構成して求めたものである。

【0063】図3から、偏芯量を示す d/m が0.38の時に最も効率が高くなることがわかる。照明光学装置を構成する部材の精度や性能バラツキを考慮すると、最大効率に対して効率低下が10%以下となる範囲を実用

範囲と考えた場合、偏芯量 d は、
【0064】

*【数1】

$$0.19m \leq d \leq 0.55m$$

(式1)

の範囲で効率が高くなる。

【0065】このように、複数の光源を用いて、図1のような照明光学装置を構成する場合、複数の光源に対応するそれぞれの光軸と照明光学装置の光軸の偏芯量 d が、式1に示す範囲で最も照明光学装置の光利用効率が高くなる。

【0066】図4は投写レンズ45の瞳面46に形成される光源30、31の多数の微小な光源像の様相を模式的に示している。同図では、図示を簡単化するために、微少な光源像の大きさを場所によらず同一に描いているが、実際には、瞳面46の周辺部分の光源像のサイズの方が、中心部分よりも小さくなる傾向がある。

【0067】複数の光源の配列方向に対応して、それぞれ光源30、31の微小な光源像47、48が交互に多数形成される。破線で示している37は多数の微小な光源像と第2レンズアレイ板の相対位置関係を示している。この瞳面46が2次的な光源として、スクリーン上

(図示せず)に投写される。
【0068】図14(a)、図14(b)に示す従来の照明光学装置のような投写レンズの瞳面での多数の微小な光源像と比べて、図4の場合、光軸に対して2つの光源に対応する多数の微小光源像が対称に形成されていることがわかる。

【0069】レンズアレイ板を用いて照明光学装置を構成する場合、投写レンズの瞳面で微小な光源像が離散的に形成されるが、その微小な光源像の隙間に複数の光源に対応する微小な光源像を形成している。このため、投写レンズの瞳面の全体に微小な光源像が密に形成されることがわかる。

【0070】このように投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源からの光を投写レンズに導くことができる。

【0071】尚、照明レンズ38は第2レンズアレイ板37の各レンズ素子からの出射した光を液晶パネル44上に重畳照明するためのレンズであるが、その作用を、第1および第2レンズアレイ板のレンズ素子の適切な偏芯により実現させる様にすれば、照明レンズ38を配置しなくもよい。

【0072】第2レンズアレイ板の各レンズ素子は矩形にしているが、光利用効率を向上させるため、適切に開口形状を異ならせてもよい。

【0073】以上のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する照明光学装置において、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量 d を一定の値にすることにより、照明光学装置の光利用効率を高くすることができる。

【0074】また、複数の光源を用いても投写レンズ瞳

10

20

30

40

50

面に形成される多数の微小な光源像が光軸に対してほぼ対称に形成できるため、スクリーン上の照度均一性および色均一性を良好にすることができる。

【0075】したがって、光利用効率が高く、均一性が良好な照明光学装置が構成できる。

【0076】また、投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源を合成できるため、小型で低コストで高効率の投写型表示装置が構成できる。

【0077】(実施の形態2) 図5は本発明における第2の照明光学装置の構成を示したものである。

【0078】ここでは、画像形成手段として、偏光を利用して光を変調する液晶パネルを用いる。

【0079】同図に示す様に、60、61は光源であるランプであり、62、63は楕円面鏡である。64は反射手段である反射プリズムであり、65は集光手段である集光レンズである。66は第1レンズアレイ板、67は第2レンズアレイ板である。68は照明レンズであり、69は本発明の第2の照明光学装置である。70、71はそれぞれ複数の光源60、61からの光の光軸であり、72は照明光学装置の光軸である。

【0080】 d は光軸72に対する光源からの光の光軸70の偏芯量を示している。光軸71の偏芯量も d である。

【0081】又、73はフィールドレンズ、74は液晶パネルである。75は投写レンズ、76は投写レンズの瞳面である。

【0082】本実施の形態において、図1と異なるのは、第1レンズアレイ板のレンズ素子ピッチを規定している点である。ここで、 p は複数の光源60、61からの光のそれぞれの光軸70、71を含む平面に対して平行な方向に配列した第1のレンズアレイ板66のレンズ素子のピッチである。

【0083】メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプ、キセノンランプ等のランプ60、61から放射される光はそれぞれ対応する楕円面鏡62、63により集光され、楕円面鏡62、63の第2焦点に集光スポットを形成する。

【0084】楕円面鏡62、63のそれぞれの集光スポットは照明光学装置69の光軸72近傍に形成されるよう構成している。集光スポット付近には光源の数に対応する反射面を有する反射プリズム64を配置し、反射プリズム64は所定方向に光軸70、71を変換する。光軸70、71は照明光学装置の光軸72に対して d だけ偏芯している。

【0085】このようにして、光源60、61からの光は照明光学装置69の光軸72近傍に集光され、合成される。2つの集光スポットは光軸近傍に光軸72を挟ん

で形成されることになる。反射プリズム 64 からの光は集光レンズ 65 により略平行光に変換される。

【0086】集光レンズ 65 からの略平行光は複数のレンズから構成される第 1 レンズアレイ板 66 に入射する。第 1 レンズアレイ板 66 に入射した光束は多数の光束に分割される。分割された多数の光束は、複数のレンズから構成される第 2 レンズアレイ板 67 に収束する。第 2 レンズアレイ板 67 上には複数の光源 60、61 の多数の微小光源像が形成される。

【0087】第 1 レンズアレイ板 66 のレンズ素子の焦点距離は第 1 レンズアレイ板 66 と第 2 レンズアレイ板 67 の間隔と等しくしている。第 1 レンズアレイ板 66 のレンズ素子は液晶パネルと相似形の開口形状である。第 2 レンズアレイ板 67 のレンズ素子は第 1 レンズアレイ板 66 面と液晶パネル面 74 とが略共役関係となるように焦点距離を決めている。

【0088】照明レンズ 68 は第 2 レンズアレイ板 67 の各レンズ素子からの出射した光を液晶パネル 74 上に重畳照明するためのレンズであり、その焦点距離は照明レンズ面と液晶パネル面の距離としている。

【0089】また、第 1 および第 2 レンズアレイ板 67 の各レンズ素子は効率よく液晶パネル 74 に照明させるため、それぞれ適切に偏芯させている。第 2 レンズアレイ板 67 から出射する多数の光束は、液晶パネル 74 上に重畳され、液晶パネル 74 上に高効率で均一に照明される。

【0090】フィールドレンズ 73 は液晶パネル 74 上に照明される光を投写レンズ 75 の瞳面 76 に集光するためのものである。投写レンズ 75 の瞳面 76 と第 2 レンズアレイ板 67 面とは略共役関係となる。投写レンズ 75 は液晶パネル 74 形成された光学像をスクリーン

(図示せず) 上に投写する。

【0091】ここで、図 2 に示した複数の光源からの光を合成する照明光学装置の説明図を参照する。

【0092】楕円面鏡の第 2 の焦点には、図 2 (b) に示すようなスポット径が D の集光スポットが形成される。2 つの光源から照明光学装置の光軸近傍に形成される集光スポットは、光軸に対しての偏芯量 d が $D/2$ 以上となるように構成すれば、反射面での集光スポットのケラレによる光損失を生じないが、偏芯量 d が $D/2$ より小さい場合には光損失を生じる。集光スポットの内、斜線を施した部分以外の部分が光損失となる。

【0093】しかしながら、照明光学装置の光軸 72 に対する偏芯量 d が大きくなると、集光レンズ 65 への入射光束の入射角が大きくなり、液晶パネル 74 への照明する光の効率が低下する。したがって、光源の発光部長がある一定の値である場合に、液晶パネルへの照明光の効率が高くなる最適な偏芯量が存在することになる。

【0094】図 6 (a) ~ 図 6 (b) は、第 1 のレンズアレイ板 66 と第 2 のレンズアレイ板 67 に照明される

光束の様相を示した図である。

【0095】即ち、図 6 (a) は第 1 のレンズアレイ板 66 に照明される光束の様相を示し、図 6 (b) は第 2 のレンズアレイ板 67 に照明される光束の様相を模式的に示している。

【0096】同図において、77、78 はそれぞれ光源 60、61 からの光が集光レンズ 65 から出射して、第 1 のレンズアレイ板に照明される光束径を示している。P はレンズアレイ板の要素レンズのピッチである。

【0097】光源 60 からの光の光軸 70 の偏芯量 d と P との関係により、第 1 のレンズアレイ板を照明する光束径 77 が変る。偏芯量 d が大きくなると、光束 77、78 の重畳領域が小さくなり、光損失が増大する。

【0098】本実施の形態では、図 6 (a) に示す様に、第 1 レンズアレイ板 66 の周辺部分に配列されたレンズ素子列 79、80 についても、2 つの光束径 77 及び 78 の内、少なくとも何れか一つの光束径により照明できる様に構成している。

【0099】このようにすると、第 2 のレンズアレイ板 67 上に形成される微小光源像が、図 6 (b) に示すように形成される。この微小光源像が投写レンズの瞳上に 2 次的に形成され、その微小光源像の輝度と面積の積がスクリーン上の明るさを決める。

【0100】尚、図 6 (b) においても、図 4 の場合と同様に、図示を簡単化するために、微少な光源像の大きさを場所によらず同一に描いている。後述する実施の形態 3 で参照する図 10 についても同様である。光源 60 からの光束は周辺列方向レンズ素子 79 を照明しているため、第 2 レンズアレイ板の周辺レンズ素子には光源 60 からの光源像 83 だけが形成される。

【0101】同様に、光源 61 からの光束は列方向周辺レンズ素子 80 を照明しているため、第 2 レンズアレイ板の周辺レンズ素子には光源 61 からの光源像 84 だけが形成される。周辺レンズ素子に形成される 1 つの光源からの微小光源像は、レンズ素子ピッチ p と偏芯量 d の関係により、微小光源像の面積が変わり、その面積が大きい方が照明光学装置の光利用効率が高くなる。

【0102】したがって、偏芯量 d とレンズアレイ板のレンズ素子ピッチ p の関係により、光利用効率に変化することになり、光利用効率が高くなる最適な関係が存在する。

【0103】図 7 は第 1 のレンズアレイ板 66 のレンズ素子ピッチ p と偏芯量 d との関係に対する照明光学装置の相対的光利用効率を示したものである。

【0104】同図において、横軸はレンズ素子ピッチに対する偏芯量を示す d/p であり、縦軸は照明光学装置の相対的な光利用効率を示したものである。

【0105】光利用効率は光源は光源 60、61 の発光部長 L が 1 ~ 1.8 mm、液晶パネルサイズが 0.9 インチ ~ 1.8 インチの場合で、図 5 に示す照明光学装置

を構成して求めたものである。

【0106】図7から、 d/p が0.42の時に、最も効率が上がることがわかる。

【0107】照明光学装置を構成する部材の精度や性能バラツキを考慮すると、最大効率に対して効率低下が $1 \times 0.33 \leq d/p \leq 0.52$ の範囲で、光利用効率が高くなる。

【0109】尚、レンズ素子のピッチ p は、図6(a)に示す様に、第1レンズアレイ板66上の光軸72からの、各光軸71及び72のずれ方向に平行な方向に配列されたレンズ素子の配列の間隔として定義している。

【0110】このように、複数の光源を用いて、図5のような照明光学装置を構成する場合、複数の光源に対応するそれぞれの光軸と照明光学装置の光軸の偏芯量 d と、第1レンズアレイ板のレンズ素子のピッチ p との関係が、式2に示す範囲で最も照明光学装置の光利用効率が高くなる。

【0111】尚、図6(b)に示された微少な光源像の様相から見ると、 d/p が0.5の時に、光利用効率があたかも最高となるかのように思えるが、実はそうではないことは上述した通りである。即ち、現実には図7で述べた通り、 d/p が0.42の時に、光利用効率が最も高くなるのである。その理由は、以下の通りである。

【0112】即ち、図6(b)では、図4の場合と同様に、図示を簡単化するために、微少な光源像の大きさを場所によらず同一に描いている。実際には、第2レンズアレイ板67の周辺部分の光源像のサイズの方が、中心部分よりも小さくなる傾向がある。この様な傾向から、周辺部分の光源像のサイズを出来るだけ大きく設定すると、中心部分の光源像のサイズは、各レンズ素子からはみだす部分が大きくなるので、光損失が増加する。そこで、上記はみだす部分を減らすために、偏芯量 d を $p/2$ より小さくすることで各レンズ素子に形成される2つの光源像の中心位置がより一層近づく様にする必要がある。但し、偏芯量 d をあまり小さくし過ぎると、今度は、式1で述べた様に、反射プリズム64の反射面での集光スポットのケラレによる光損失が生じる。

【0113】この様な理由により、 d/p は、0.5より小さい値で最大値をとることとなる。

【0114】ところで、投写レンズ75の瞳面76に形成される光源60、61の多数の微少な光源像の様相は、図6(b)の様相と相似となる。即ち、複数の光源の配列方向に対応して、それぞれ光源60、61の微少な光源像81、82が交互に多数形成される。この瞳面76が2次的な光源として、スクリーン上(図示せず)に投写される。

【0115】図14に示す従来の照明光学装置のような投写レンズの瞳面での多数の微少な光源像と比べて、光軸に対して2つの光源に対応する多数の微小光源像が対称に形成されていることがわかる。

*0%以下となる範囲を実用範囲と考えた場合、第1のレンズアレイ板66のレンズ素子ピッチを p とすると、レンズ素子ピッチ p と偏芯量 d との関係が、

【0108】

【数2】

(式2)

【0116】レンズアレイ板を用いて照明光学装置を構成する場合、投写レンズの瞳面で微少な光源像が離散的に形成されるが、その微少な光源像の隙間に複数の光源に対応する微少な光源像を形成している。このため、投写レンズの瞳面の全体に微少な光源像が密に形成されることがわかる。

【0117】このように投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源からの光を投写レンズに導くことができる。

【0118】尚、照明レンズ68は第2レンズアレイ板67の各レンズ素子からの出射した光を液晶パネル74上に重畳照明するためのレンズであるが、その作用を、第1および第2レンズアレイ板のレンズ素子の適切な偏芯により実現させる様にすれば、照明レンズ68を配置しなくもよい。

【0119】第2レンズアレイ板の各レンズ素子は矩形にしているが、光利用効率を向上させるため、適切に開口形状を異ならせてもよい。

【0120】以上のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する照明光学装置において、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量 d と第1レンズアレイ板のレンズ素子ピッチ P を一定の関係値に規定することにより、照明光学装置の光利用効率を高くすることができる。

【0121】また、複数の光源を用いても投写レンズ瞳面に形成される多数の微少な光源像が光軸に対してほぼ対称に形成できるため、スクリーン上の照度均一性および色均一性を良好にすることができる。

【0122】したがって、光利用効率が高く、均一性が良好な照明光学装置が構成できる。また、投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源を合成できるため、小型で低コストで高効率の投写型表示装置が構成できる。

(実施の形態3) 図8は本発明における第3の照明光学装置の構成を示したものである。画像形成手段として、偏光を利用して光を変調する液晶パネルを用いる。

【0123】同図において、90、91は光源であるランプ、92、93は楕円面鏡である。94は反射手段である反射プリズム、95は集光手段である集光レンズである。96は第1レンズアレイ板、97は第2レンズアレイ板である。99は照明レンズである。尚、以上は、図1および図5の照明光学装置と同様である。

【0124】ここで、図1および図5と異なるのは、偏光変換光学部材98を備えている点である。

【0125】尚、図9(a)～図9(b)に偏光変換光学部材98の構成図を示す。図9(a)は、偏光変換光学部材98の平面図であり、図9(b)は側面図である。偏光変換光学部材98は、偏光分離膜110と反射膜111を交互に多数形成して構成した偏光分離プリズムアレイ112と、偏光回転手段である1/2波長板113とから構成される。ここで、偏光分離プリズムアレイ112は、本発明の偏光分離手段の一例である。

【0126】図8に示す様に、100は本発明の第3の照明光学装置である。106は偏光を利用して光を変調する液晶パネル、105はフィールドレンズ、107は投写レンズ、108は投写レンズの瞳面を示す。

【0127】ランプ90、91から放射される光はそれぞれ対応する楕円面鏡92、93により集光され、楕円面鏡92、93の第2焦点に集光スポットを形成する。楕円面鏡92、93のそれぞれの集光スポットは照明光学装置100の光軸103近傍に形成されるよう構成している。

【0128】集光スポット付近には光源の数に対応する反射面を有する反射プリズム94を配置し、反射プリズム94は所定の方向に光軸101、102を変換する。光軸101、102は照明光学装置の光軸103に対してdだけ偏芯している。

【0129】このようにして、光源90、91からの光は照明光学装置100の光軸103近傍に集光され、合成される。2つの集光スポットは光軸近傍に光軸103を挟んで形成されることになる。ここで、反射面を構成する部材としてプリズムを用いている。反射プリズム94からの光は集光レンズ95により略平行光に変換される。

【0130】集光レンズ95からの略平行光は複数のレンズから構成される第1レンズアレイ板96に入射する。第1レンズアレイ板96に入射した光束は多数の光束に分割される。分割された多数の光束は、複数のレンズから構成される第2レンズアレイ板97に収束する。第2レンズアレイ板97上には複数の光源90、91の*

$$0.19m \leq d \leq 0.55m$$

の場合に照明光学装置の光利用効率が高くなる。

【0138】また、第1のレンズアレイ板96のレンズ素子ピッチをpとすると、レンズ素子ピッチPと偏芯量※40

$$0.33 \leq d/p \leq 0.52$$

の範囲で、照明光学装置の光利用効率が高くなる。

【0140】尚、レンズ素子のピッチpは、図8に示す通りであり、これは、式2において図6(a)を用いて説明した定義と同じである。

【0141】尚、本実施の形態では、偏芯量dとピッチpの決め方は、式3と式4に示す関係を同時に満足するように決めても良いし、あるいは、何れか一方の式を満足するように決めても良い。

【0142】第2レンズアレイ板97から出射する多数

*多数の微小光源像が形成される。

【0131】第1レンズアレイ板96のレンズ素子の焦点距離は第1レンズアレイ板96と第2レンズアレイ板97の間隔と等しくしている。第1レンズアレイ板96のレンズ素子は液晶パネルと相似形の開口形状である。第2レンズアレイ板97のレンズ素子は第1レンズアレイ板96の面と液晶パネル106の面とが略共役関係となるように焦点距離を決めている。

【0132】光源90、91から光軸103近傍に形成される集光スポットは、スポット径をDとすると光軸103に対しての偏芯量dがD/2以上となるように構成すれば、反射面での集光スポットのケラレによる光損失を生じないが、偏芯量dがD/2より小さい場合には光損失を生じる。

【0133】しかしながら、光軸103に対する偏芯量dが大きくなると、集光レンズ95への入射光束の入射角が大きくなり、液晶パネル106への照明する光の効率が低下する。

【0134】また、偏芯量dが大きくなると第1レンズアレイ板に入射する複数の光源からの光束がそれぞれの重畳領域が狭くなり、光の利用効率が低下する。したがって、光源の発光部長がある一定の値である場合に、液晶パネルへの照明光の効率が高くなる最適な偏芯量と、第1レンズアレイ板のレンズ素子ピッチが存在することになる。

【0135】光源90、91の発光部長Lが1～1.8mm、液晶パネルサイズが0.9インチ～1.8インチの場合で、図8に示す照明光学装置を構成して、光利用効率を求めると、楕円面鏡の近軸倍率mと偏芯量dの関係がd/m=0.38で最も効率が高くなる。

【0136】照明光学装置を構成する部材の精度や性能バラツキを考慮すると、最大効率に対して効率低下が10%以下となる範囲を実用範囲と考えた場合、楕円面鏡の近軸倍率mと偏芯量dが、

【0137】

【数3】

(式3)

※dとの関係が、

【0139】

【数4】

(式4)

の光束は、微小な偏光分離プリズムを、複数の光源90、91からのそれぞれの光の光軸101、102を含む平面に対して直交する方向104に、一定のピッチで多数配列した偏光分離プリズムアレイ112に入射する。

【0143】偏光分離プリズムアレイの配列方向を方向104としているのは、複数の光源とそれぞれの光源の二つの偏光成分に対応する光源に対して、投写レンズの瞳面での微小な光源像を緻密に形成するためである。

【0144】微小な偏光分離プリズムは第2レンズアレイ板97の方向104と平行な方向のレンズピッチの約1/2のピッチで配列している。

【0145】一つの偏光分離プリズムに入射した光は偏光分離膜110によりP偏光は透過し、S偏光は反射する。反射したS偏光の光は、隣の反射膜111に入射し再び反射され、1/2波長板113に入射する。1/2波長板113は入射した光の偏光方向を90°回転するように配置され、入射したS偏光の光をP偏光に変換する。

【0146】このように、偏光変換光学部材98により自然光を一つの偏光方向の光に変換した光は照明レンズ99に入射する。照明レンズ99は第2レンズアレイ板97の各レンズ素子からの出射した光を液晶パネル106上に重畳照明するためのレンズである。

【0147】また、第1および第2レンズアレイ板の各レンズ素子は効率よく液晶パネルに照明するため、それぞれ適切に偏芯させている。第2レンズアレイ板97から出射する多数の光束は、液晶パネル106上に重畳され、液晶パネル106上に高効率で均一に照明される。

【0148】偏光変換光学部材98を配置することにより、損失していた一方の偏光方向の光を利用できるため、液晶パネルを照明する有効な偏光の光束が増大できる。

【0149】フィールドレンズ105は液晶パネル106上に照明される光を投写レンズ107の瞳面108に集光するためのものである。投写レンズ107の瞳面108と第2レンズアレイ板97面とは略共役関係となる。

【0150】図10には投写レンズ107の瞳面108に形成される光源90、91の多数の微小な光源像の様相を図示している。

【0151】複数の光源のそれぞれの光軸を含む面と平行な方向104の方向に、それぞれ光源90、91の一方の偏光成分の微小な光源像120、121が交互に形成される。

【0152】さらに、偏光変換光学部材98の偏光分離プリズムアレイ112の配列方向（方向104と垂直な方向）に、もう一方の偏光成分の微小な光源像122、123が形成される。この瞳面108が光源として、スクリーン上（図示せず）に投写される。

【0153】図14（a）、図14（b）に示す従来の照明光学装置のような投写レンズの瞳面での光源像と比べて、光軸に対して複数の光源の光源像が対称に形成されていることがわかる。レンズアレイ板を用いて照明光学装置を構成する場合、投写レンズの瞳面で微小な光源像が離散的に形成されるが、その微小な光源像の隙間に複数の光源に対応する微小な光源像を形成している。

【0154】さらに、それぞれの光源に対応する二つの偏光成分の微小な光源像を形成している。このため、投

写レンズの瞳面の全体に微小な光源像が非常に緻密に形成されることがわかる。このように投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源からの光をそれぞれ一つの偏光方向に変換してを投写レンズに導くことができる。

【0155】以上のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する照明光学装置において、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量dや第1レンズアレイ板のレンズ素子ピッチPを一定の値に規定することにより、照明光学装置の光利用効率を高くすることができる。

【0156】また、複数の光源を用いても投写レンズ瞳面に形成される多数の微小な光源像が光軸に対してほぼ対称に形成できるため、スクリーン上の照度均一性および色均一性を良好にすることができる。

【0157】したがって、光利用効率が高く、均一性が良好な照明光学装置が構成できる。また、投写レンズのFナンバーを小さくすることなく、複数の光源を合成できるため、小型で低コストで高効率の投写型表示装置が構成できる。

【0158】さらに、自然光を一方の偏光の光に変換する偏光変換光学部材を配置するため、光利用効率が非常に高い照明光学装置および投写型表示装置が構成できる。

（実施の形態4）図11は本発明における第1の投写型表示装置の構成を示したものである。画像形成手段としては偏光や散乱を利用して光を变調する液晶パネルを用いる。

【0159】同図において、130、131は光源であるランプであり、132、133は楕円面鏡である。134は反射プリズムであり、135は集光レンズである。136は第1レンズアレイ板、137は第2レンズアレイ板である。138は照明レンズであり、139は本発明の照明光学装置の一例である。

【0160】又、140、141はそれぞれ複数の光源130、131からの光束の光軸、142は照明光学装置139の光軸である。dは光軸142に対する光軸140の偏芯量を示している。光軸141の偏芯量もdである。144は液晶パネル、143はフィールドレンズ、145は投写レンズ、147はスクリーンである。

【0161】以上の構成において、照明光学装置139から出射した光は、フィールドレンズ143を透過し、液晶パネル144に入射する。液晶パネル144の各画素には青、緑、赤のカラーフィルタが形成されている。

【0162】液晶パネル144はアクティブマトリックス方式であって、映像信号に応じた画素への印加電圧の制御により光を変調し、カラー画像を形成する。フィールドレンズ143は液晶パネル144への照明光を投写レンズ145の瞳面146に集光させるものである。液晶パネル144を透過した色光は、投写レンズ145に

よりスクリーン 147 上に拡大投写される。

【0163】以上のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する照明光学装置において、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量 d や第 1 レンズアレイ板のレンズ素子ピッチ P を一定の値に規定することにより、複数の光源からの光を非常に効率よく、均一に液晶パネルへ照明できる。

【0164】即ち、偏芯量 d とピッチ p の決め方は、式 1 と式 2 に示す関係を同時に満足するように決めても良いし、あるいは、何れか一方の式を満足するように決めても良い。

【0165】したがって、均一性が良く、光利用効率の高い投写型表示装置が構成できる。1 枚の液晶パネルを用いて構成するため、小型で、低コストな投写型表示装置を構成できる。

（実施の形態 5）図 12 は本発明における第 2 の投写型表示装置の構成を示したものである。画像形成手段として、偏光を利用して光を変調する液晶パネルを用いる。

【0166】同図において、130、131 は光源であるランプ、132、133 は楕円面鏡である。134 は反射プリズム、135 は集光レンズである。136 は第 1 レンズアレイ板、137 は第 2 レンズアレイ板である。138 は照明レンズであり、139 は本発明の照明光学装置の一例である。

【0167】又、140、141 はそれぞれ複数の光源 130、131 からの光束の光軸、142 は照明光学装置 139 の光軸である。 d は光軸 142 に対する複数の光源の光軸 140 の偏芯量を示している。光軸 141 の偏芯量も d である。160、161 はそれぞれ青反射、緑反射のダイクロイックミラーである。162 はダイクロイックミラーから構成される色分離光学手段であり、163、164、165 はミラーである。

【0168】又、166、167 はリレーレンズ、168、169、170 はフィールドレンズ、171、172、173 は液晶パネルである。176 は色合成手段であるダイクロイックプリズムである。174、175 はそれぞれダイクロイックプリズム 176 を構成する青反射、赤反射のダイクロイックミラーであり、177 は投写レンズである。

【0169】照明光学装置 139 から出射した光は、色分離光学手段 162 に入射する。色分離光学手段 162 に入射した光は、青反射のダイクロイックミラー 160、緑反射のダイクロイックミラー 161 により、青、緑、赤の色光に分離される。緑、青の色光はそれぞれフィールドレンズ 168、170 を透過し、液晶パネル 171、173 に入射する。

【0170】赤の色光はリレーレンズ 166、167 やミラーを透過もしくは反射して、フィールドレンズ 169 を透過後、液晶パネル 172 に入射する。3 枚の液晶

パネル 171、172、173 はアクティブマトリックス方式であって、映像信号に応じた画素への印加電圧の制御により光を変調し、それぞれ赤、緑、青の画像を形成する。

【0171】液晶パネル 171、172、173 を透過した色光は、色合成光学手段であるダイクロイックプリズム 176 により、合成され投写レンズ 177 によりスクリーン（図示せず）上に拡大投写される。

【0172】以上のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する照明光学装置において、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量 d や第 1 レンズアレイ板のレンズ素子ピッチ P を、上記実施の形態で述べた様に、一定の値に規定することにより、複数の光源からの光を非常に効率よく、均一に液晶パネルへ照明できる。

【0173】したがって、均一性が良く、光利用効率の高い投写型表示装置が構成できる。

【0174】3 枚の液晶パネルを用いて構成するため、明るく高精細の投写型表示装置が構成できる。

【0175】（実施の形態 6）図 13 は本発明における第 3 の投写型表示装置の構成を示したものである。画像形成手段として、偏光を利用して光を変調する反射型の液晶パネルを用いる。

【0176】同図において、130、131 は光源であるランプ、132、133 は楕円面鏡である。134 は反射プリズム、135 は集光レンズである。136 は第 1 レンズアレイ板、137 は第 2 レンズアレイ板である。138 は照明レンズであり、139 は本発明の照明光学装置の一例である。

【0177】又、140、141 はそれぞれ複数の光源 130、131 からの光束の光軸、142 は照明光学装置 139 の光軸である。 d は光軸 142 に対する光軸 140 の偏芯量を示している。光軸 141 の偏芯量も d である。

【0178】180、181 はそれぞれ赤透過、緑反射のダイクロイックミラー、182 はダイクロイックミラーから構成される色分離光学手段である。183 はミラー、184、185、186 は偏光分離プリズム、187、188、189 は反射型の液晶パネルである。190、191 は $1/2$ 波長板、194 は色合成手段であるダイクロイックプリズムである。

【0179】又、192、193 はそれぞれダイクロイックプリズム 194 を構成する赤反射、青反射のダイクロイックミラー、195 は投写レンズである。

【0180】照明光学装置 139 から出射した光は、色分離光学手段 182 に入射する。色分離光学手段 182 に入射した光は、赤透過のダイクロイックミラー 180、緑反射のダイクロイックミラー 181 により、青、緑、赤の色光に分離される。分離された緑、赤、青の色光はそれぞれ偏光分離プリズム 184、185、186

に入射する。

【0181】偏光分離プリズム184、185、186は誘電体多層膜から構成される偏光分離膜を有するプリズムである。偏光分離膜の入射角は 45° であり、偏光分離膜面に対してのP偏光を透過させS偏光を反射させる。反射した緑、赤、青の色光のS偏光はそれぞれ反射型の液晶パネル187、188、189に入射する。反射型の液晶パネル187、188、189は、アクティブマトリクス方式であって、液晶層と反射膜とを備えている。

【0182】液晶にはホメオトロピック液晶やHANモード液晶、45度ツイストネマチック液晶が用いられる。反射型の液晶パネルは、映像信号に応じて電圧が印加されると液晶の複屈折が変化する。反射型の液晶パネルへの入射光は液晶を透過し、反射膜で反射され、再び液晶を透過する過程で、複屈折により光の偏光状態がS偏光からP偏光に変化し、出射する。

【0183】反射型の液晶パネル187から出射した緑のP偏光の色光は偏光分離プリズム184を透過した後、色合成手段であるダイクロイックプリズム184に入射する。反射型の液晶パネル188、189からそれぞれ出射した赤、青のP偏光の各色光は、偏光分離プリズム185、186を透過し、 $1/2$ 波長板190、191により偏光方向をS偏光に回転された後、色合成手段であるダイクロイックプリズム194に入射する。ダイクロイックプリズム194により緑、赤、青の各色光は合成され、投写レンズ195によりスクリーン上に拡大投写される。

【0184】一方、反射型の液晶パネル187、188、189により偏光状態が変化されないS偏光は、偏光分離プリズム184、185、186で反射し、照明光学装置139側に戻る。このようにして、反射型の液晶パネルで光の偏光状態の変化として形成される光学像がスクリーン（図示せず）上に拡大投写され、フルカラーの投写画像が形成される。

【0185】以上のように、複数の光源からの光を、照明光学装置の光軸近傍に集光、合成する照明光学装置において、照明光学装置の光軸に対する複数の光源からの光の光軸の偏芯量 d や第1レンズアレイ板のレンズ素子ピッチ P を、上記実施の形態で述べた様に、一定の値に規定することにより、複数の光源からの光を非常に効率よく、均一に液晶パネルへ照明できる。

【0186】したがって、均一性が良く、光利用効率の高い投写型表示装置が構成できる。

【0187】3枚の反射型の液晶パネルを用いて構成するため、明るく高精細の投写型表示装置が構成できる。

【0188】尚、上記実施例において、画像形成手段として、偏光や散乱を利用した液晶パネルを用いた例を示したが、2次元的に配置された多数の微小ミラーの傾きを変えて反射光の出射角度を変えることにより映像信号

に応じた光学像を形成する画像形成手段を用いてもよい。また、透過型のスクリーンを用いて、背面投写の投写型表示装置を構成してもよい。

【0189】又、上記実施の形態では、投写型表示装置に用いる照明光学装置としては、偏光変換部材を備えていない構成の場合について述べたが、これに限らず例えば、偏光を利用して光を变調して画像を形成する方式の場合には、図8の偏光変換部材98を備えた本発明の別の照明光学装置を用いてもよい。

10 【0190】又、上記実施の形態では、光源を2個設けた場合について説明したが、これに限らず例えば、4個設ける構成の場合にも上記関係式を適用することにより、同様の効果を発揮する。この場合、反射プリズムの形状は4角錐となる。

【0191】又、上記実施の形態1、2では、式1又は式2の関係を満たす場合について述べたが、これに限らず、例えば、図1に示す構成で、式1と式2の関係を同時に満たす様に、偏芯量 d とピッチ p を決めても良い。

【0192】

20 【発明の効果】以上述べたことから明らかなように本発明は、複数の光源を用いた場合であっても、光源からの光を効率よく均一に画像形成手段に照明できるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における照明光学装置の構成図

【図2】(a)～(c)：複数の光源からの光を合成する照明光学装置の動作説明図

30 【図3】 d/m と、照明光学装置の相対的な光利用効率との関係を示す図

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る照明光学装置における投写レンズの瞳面での複数の光源の微小な光源像の様相図

【図5】本発明の第2の実施の形態における照明光学装置の構成図

【図6】(a)：第1のレンズアレイ板に照明される光束の様相を示す図

(b)：第2のレンズアレイ板に照明される光束の様相を示す図

40 【図7】第1のレンズアレイ板のレンズ素子ピッチと偏芯量 d に対する相対光利用効率を示す図

【図8】本発明の第3の実施の形態における照明光学装置の構成図

【図9】(a)、(b)：偏光変換光学部材の構成図

【図10】本発明の第3の照明光学装置における投写レンズの瞳面での複数の光源の微小な光源像の様相図

【図11】本発明の第4の実施の形態における投写型表示装置の構成図

50 【図12】本発明の第5の実施の形態における投写型表示装置の構成図

【図13】本発明の第6の実施の形態における投写型表示装置の構成図

【図14】(a)：従来の照明光学装置および投写型表示装置の構成図 (b)：従来の投写型表示装置の投写レンズの瞳面に形成される光源像の様相を示す図

【符号の説明】

30、31、60、61、90、91、130、131 ランプ

32、33、62、63、92、93、132、133 楕円面鏡

34、64、94、134 反射プリズム

35、65、95、135 集光レンズ

36、66、96、136 第1レンズアレイ板

37、67、97、137 第2レンズアレイ板

38、68、99、138 照明レンズ

39、69、100、139 照明光学装置

40、41、70、71、101、102、140、1

41 光源からの光の光軸

42、72、103、142 照明光学装置の光軸

43、73、105、143、168、169、170 20 フィールドレンズ

44、74、106、144、171、172、173 液晶パネル

45、75、107、145、177、195 投写レ*

*レンズ

46、76、108、146 投写レンズの瞳面

47、48、81、82、83、84 微小な光源像

77、78 照明光束径

79、80 第1レンズアレイ板の周辺の列方向レンズ素子

98 偏光変換光学部材

110 偏光分離膜

111 反射膜

10 112 偏光分離プリズムアレイ

113、190、191 1/2波長板

147 スクリーン

160 青反射のダイクロイックミラー

161、181 緑反射のダイクロイックミラー

162、182 色分離光学手段

163、164、165、183ミラー

166、167 リレーレンズ

174、193 青反射のダイクロイックミラー

175、192 赤反射のダイクロイックミラー

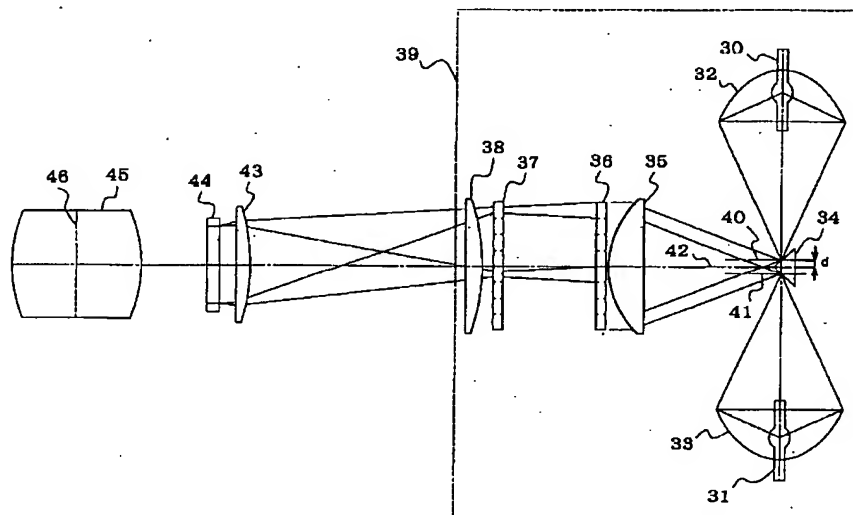
20 176、194 ダイクロイックプリズム

180 赤透過のダイクロイックミラー

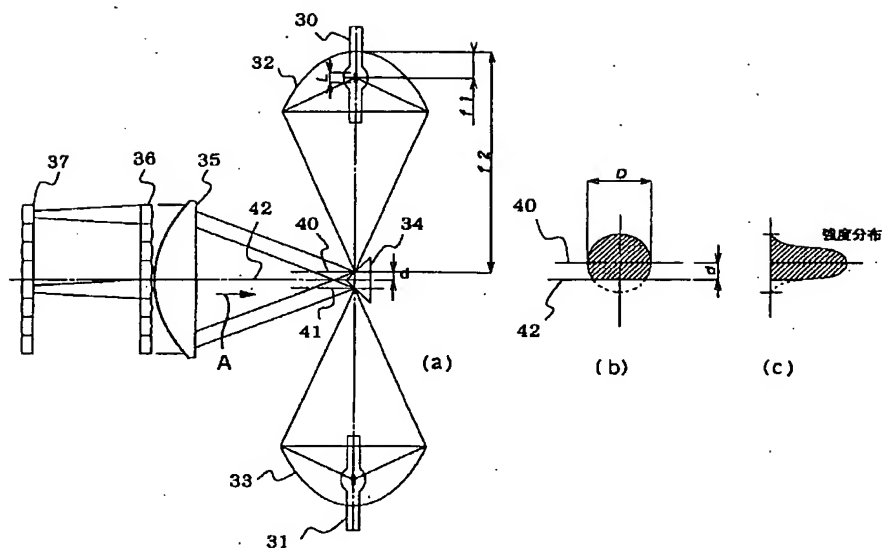
184、185、186 偏光分離プリズム

187、188、189 反射型の液晶パネル

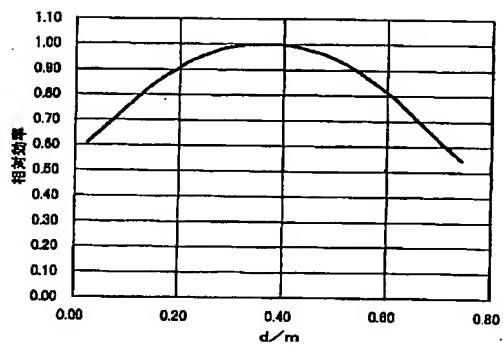
【図1】



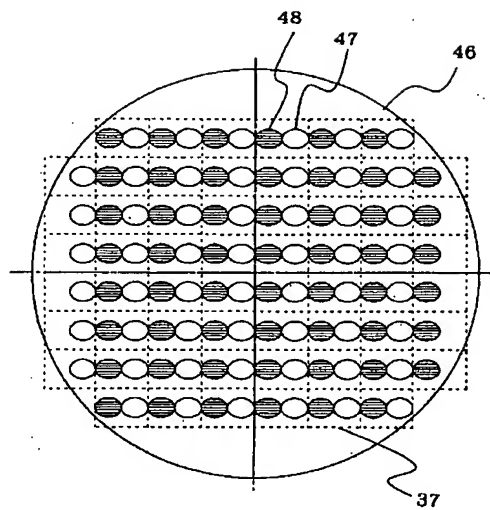
【図2】



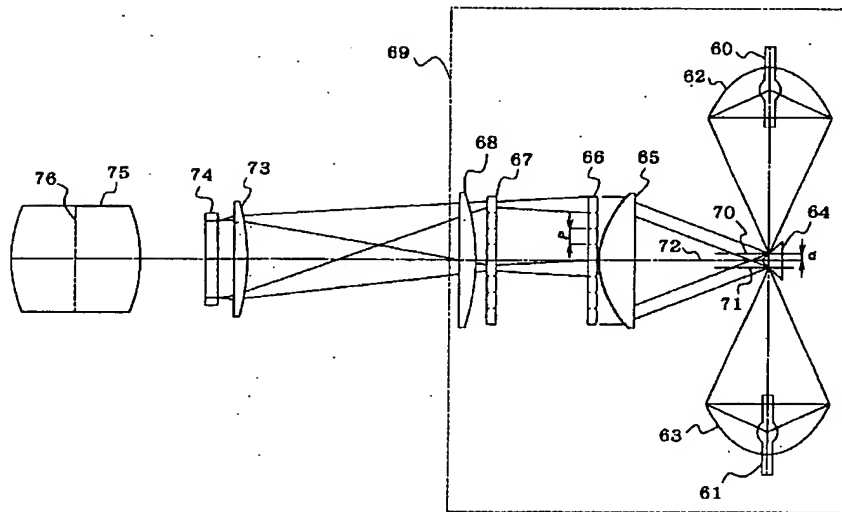
【図3】



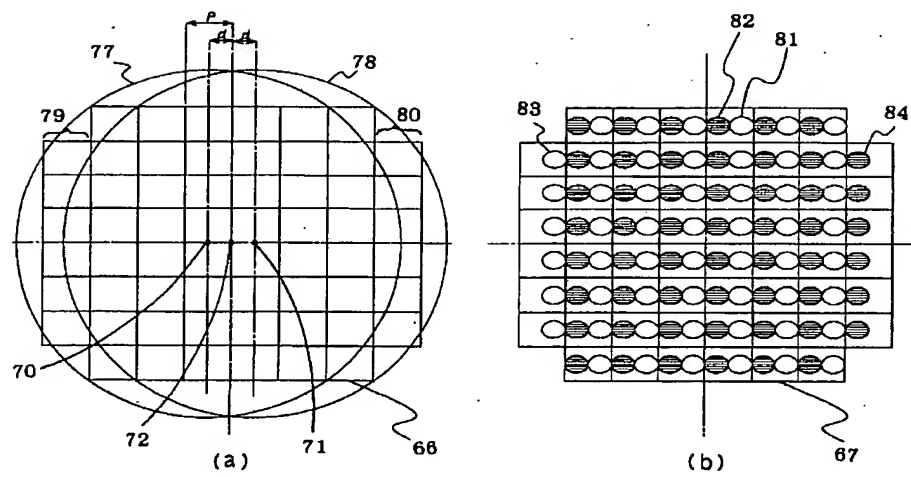
【図4】



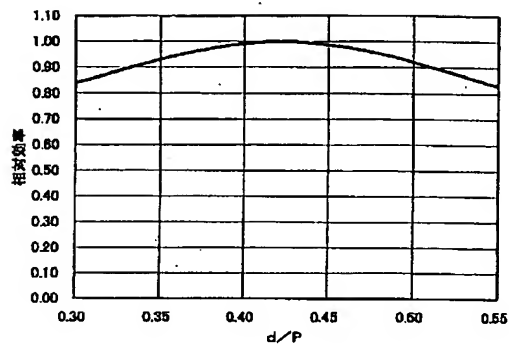
【図5】



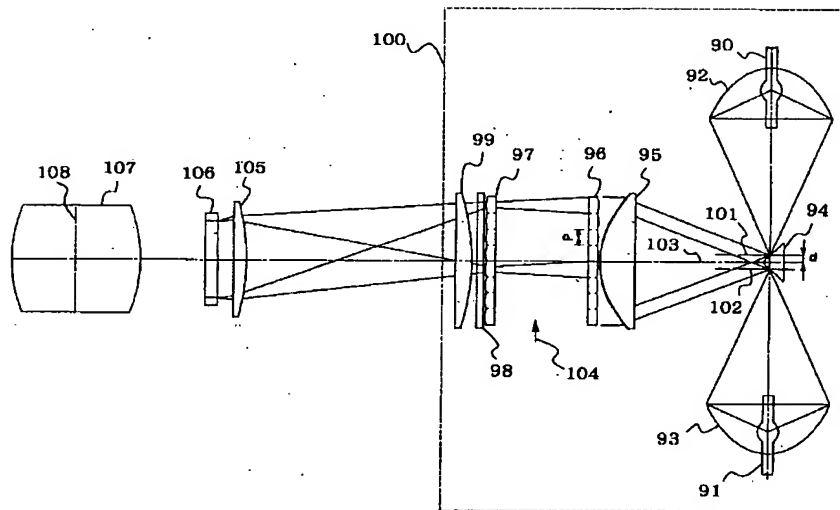
【図6】



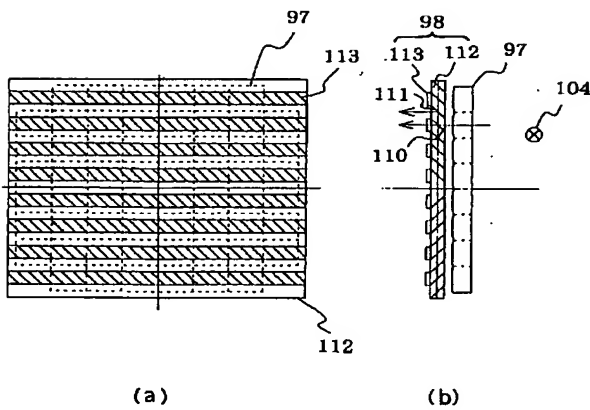
【図7】



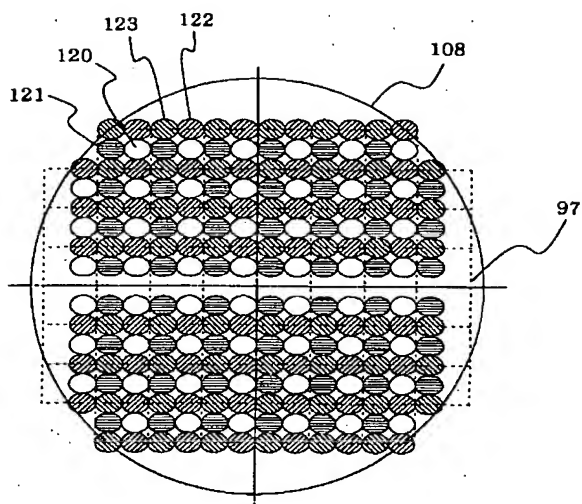
【図8】



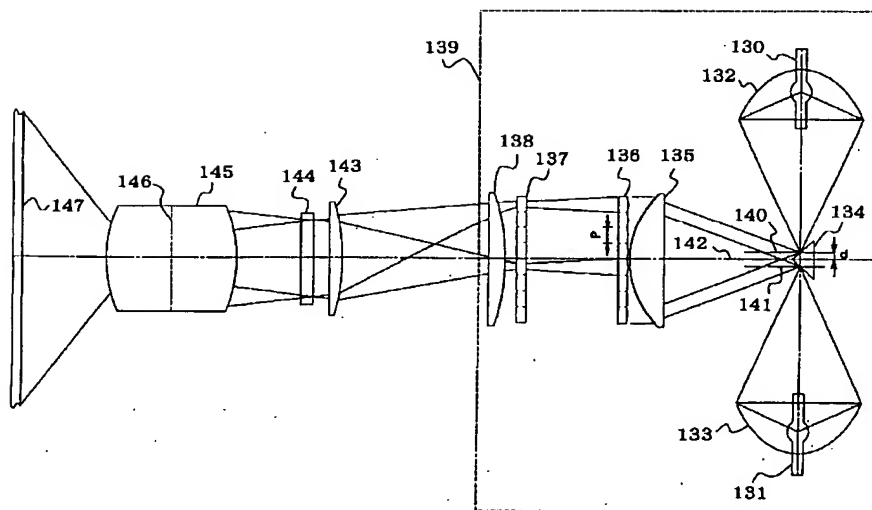
【図9】



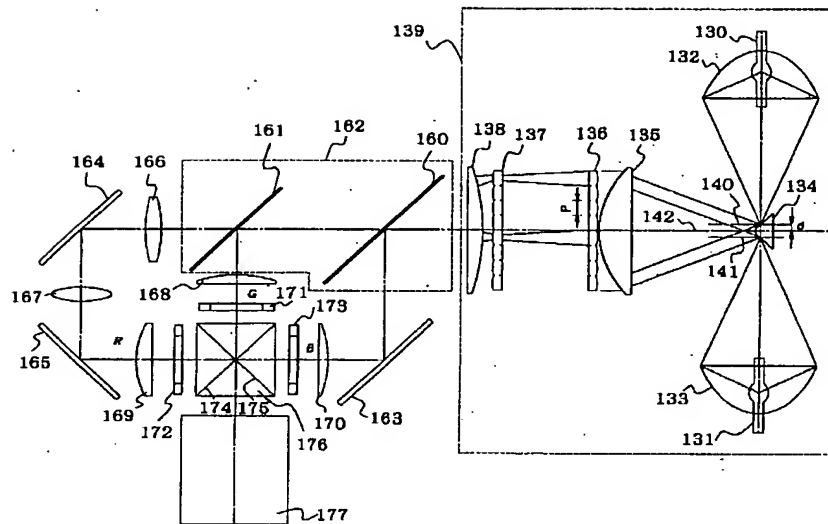
【図10】



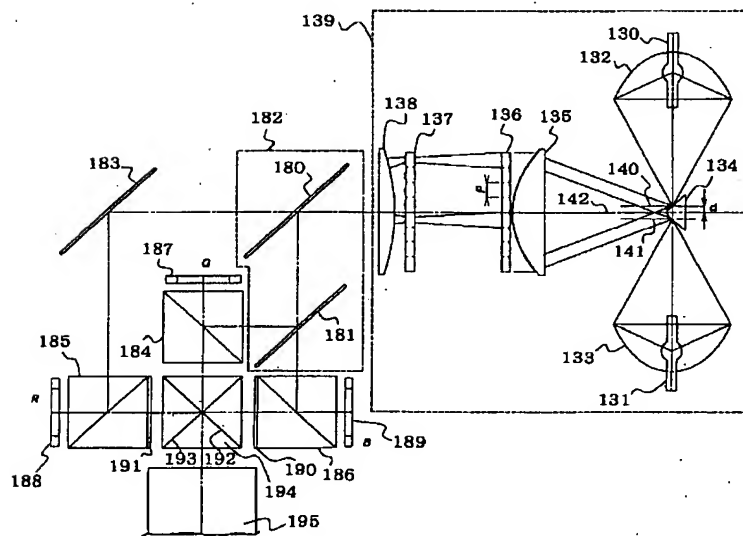
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

